

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/008561

International filing date: 28 April 2005 (28.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-134648  
Filing date: 28 April 2004 (28.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 26 May 2005 (26.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

28.4.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 2 8 日

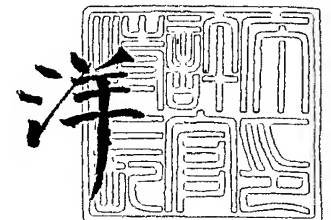
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 3 4 6 4 8  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 4 - 1 3 4 6 4 8 ]

出 願 人  
Applicant(s): 昭和電工株式会社

2 0 0 5 年 3 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1043654  
【提出日】 平成16年 4月28日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 H01L 33/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 - 1 昭和電工株式会社 研究開発センター内  
    【氏名】 渡辺 宗隆  
【発明者】  
    【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 - 1 昭和電工株式会社 研究開発センター内  
    【氏名】 村木 典孝  
【発明者】  
    【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 - 1 昭和電工エイチ・ディー株式会社 社内  
    【氏名】 亀井 宏二  
【発明者】  
    【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 - 1 昭和電工株式会社 研究開発センター内  
    【氏名】 大野 泰  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002004  
    【氏名又は名称】 昭和電工株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100099759  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 青木 篤  
    【電話番号】 03-5470-1900  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100077517  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 石田 敬  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100087413  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 古賀 哲次  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100102990  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 小林 良博  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100082898  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 西山 雅也  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 209382  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0200971

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

p 型半導体層に接するコンタクトメタル層、該コンタクトメタル層上のコンタクトメタル層よりも導電率の大きい電流拡散層および該電流拡散層上のボンディングパッド層からなることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子用の透光性正極。

**【請求項 2】**

コンタクトメタル層が白金族金属またはそれらを含む合金であることを特徴とする請求項 1 に記載の透光性正極。

**【請求項 3】**

コンタクトメタル層が白金であることを特徴とする請求項 2 に記載の透光性正極。

**【請求項 4】**

コンタクトメタル層の厚さが 0.1 ~ 7.5 nm であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の透光性正極。

**【請求項 5】**

コンタクトメタル層の厚さが 0.1 ~ 5 nm であることを特徴とする請求項 4 に記載の透光性正極。

**【請求項 6】**

コンタクトメタル層の厚さが 0.5 ~ 2.5 nm であることを特徴とする請求項 5 に記載の透光性正極。

**【請求項 7】**

電流拡散層が金、銀および銅からなる群から選ばれた金属または少なくともそれらの一種を含む合金であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の透光性正極。

**【請求項 8】**

電流拡散層が金であることを特徴とする請求項 7 に記載の透光性正極。

**【請求項 9】**

電流拡散層の厚さが 1 ~ 20 nm であることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の透光性正極。

**【請求項 10】**

電流拡散層の厚さが 1 ~ 10 nm であることを特徴とする請求項 9 に記載の透光性正極。

**【請求項 11】**

電流拡散層の厚さが 3 ~ 6 nm であることを特徴とする請求項 10 に記載の透光性正極。

**【請求項 12】**

請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の透光性正極を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 透光性正極

【技術分野】

【0001】

本発明は透光性正極に関し、特に窒化ガリウム系化合物半導体発光素子用に適した良好な透光性とオーミック性を有する透光性正極に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、短波長光発光素子用の半導体材料としてGaN系化合物半導体材料が注目を集めている。GaN系化合物半導体は、サファイア単結晶を始めとして、種々の酸化物やIII-V族化合物を基板として、その上に有機金属気相化学反応法(MOCVD法)や分子線エピタキシー法(MBE法)等によって形成される。

【0003】

GaN系化合物半導体材料の特性として、横方向への電流拡散が小さいことがある。原因は、エピタキシャル結晶中に多く存在する、基板から表面へ貫通する転位の存在であることが考えられるが、詳しいことは判っていない。さらに、p型のGaN系化合物半導体においてはn型のGaN系化合物半導体の抵抗率に比べて抵抗率が高くその表面に金属を積層しただけではp層内の横の電流の広がりほとんど無く、pn接合を持ったLED構造とした場合、正極の直下しか発光しない。

【0004】

そのため、電子線照射や高温のアニールを行なってp層の抵抗率を下げることで電流の拡散性を強めることが行なわれている。しかし、電子線照射は装置が非常に高価で製造コストが見合わなくなる。またウェーハ面内を均一に処理することは難しい。高温のアニール処理においても効果が顕著に現れるためには900℃以上のプロセスが必要となるがその際GaNの結晶構造の分解が始まり、窒素の脱離による逆方向電圧特性の劣化が危惧される。

【0005】

また、正極としてp層上にNiとAuを各々数10nm程度積層させ酸素雰囲気下で合金化処理を行い、p層の低抵抗化の促進および透光性とオーミック性を有した正極の形成を行なうことが提案されている(特許文献1参照)。

【0006】

しかし、酸素雰囲気下での合金化処理については露出したn型GaN層の表面に酸化物層が形成され負極のオーミック性に影響を与える。さらに酸化雰囲気合金化処理されたAu/Ni電極は網目構造を有しており発光むらが起こりやすいことや機械強度が弱く保護膜の設置が必須となり製造コストの上昇につながる。さらにNiを酸素雰囲気下で熱処理する為、Niの酸化物が表面を覆い透光性電極上にパッド電極を形成するとその密着性が弱くボンディング強度が得られない。

【0007】

また、正極としてp層上にPtを形成し酸素を含む雰囲気中で熱処理し、p層の低抵抗化と合金化処理を同時に行なうことが提案されている(特許文献2)。しかし、この方法も酸素雰囲気下で熱処理するため、上述の問題を有する。さらに、Pt単体で良好な透明電極とするためには相当薄く(5nm以下)しなければならないが、結果としてPt層の電気抵抗が高くなり、熱処理によりPt層の低抵抗化が成されたとしても電流の広がりが悪く、不均一な発光となり順方向電圧(VF)の上昇および発光強度の低下を招く。

【0008】

【特許文献1】 特許第2803742号公報

【特許文献2】 特開平11-186605号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、上述の問題点を解決する為に、電子線照射や高温アニールまたは酸素雰囲気下での合金化熱処理等を必要とせず、かつ良好な透光性と低接触抵抗を有する電流拡散性に優れた正極を提供することである。本発明において透光性とは、300～600 nmの波長領域における光に対して透光性であることを意味する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、以下の発明を提供する。

(1) p型半導体層に接するコンタクトメタル層、該コンタクトメタル層上のコンタクトメタル層よりも導電率の大きい電流拡散層および該電流拡散層上のボンディングパッド層からなることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子用の透光性正極。

【0011】

(2) コンタクトメタル層が白金族金属またはそれらを含む合金であることを特徴とする上記1項に記載の透光性正極。

【0012】

(3) コンタクトメタル層が白金であることを特徴とする上記2項に記載の透光性正極。

(4) コンタクトメタル層の厚さが0.1～7.5 nmであることを特徴とする上記1～3項のいずれか一項に記載の透光性正極。

【0013】

(5) コンタクトメタル層の厚さが0.1～5 nmであることを特徴とする上記4項に記載の透光性正極。

【0014】

(6) コンタクトメタル層の厚さが0.5～2.5 nmであることを特徴とする上記5項に記載の透光性正極。

【0015】

(7) 電流拡散層が金、銀および銅からなる群から選ばれた金属または少なくともそれらの一種を含む合金であることを特徴とする上記1～6項のいずれか一項に記載の透光性正極。

【0016】

(8) 電流拡散層が金であることを特徴とする上記7項に記載の透光性正極。

(9) 電流拡散層の厚さが1～20 nmであることを特徴とする上記1～8項のいずれか一項に記載の透光性正極。

【0017】

(10) 電流拡散層の厚さが1～10 nmであることを特徴とする上記9項に記載の透光性正極。

【0018】

(11) 電流拡散層の厚さが3～6 nmであることを特徴とする請求項10に記載の透光性正極。

(12) 上記1～11項のいずれか一項に記載の透光性正極を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の効果】

【0019】

p型Ga<sub>x</sub>N<sub>1-x</sub>系化合物半導体と接触抵抗の低い金属、例えば白金族金属の薄層をコンタクトメタル層とし、その上に当該コンタクトメタル層よりも導電率の大きな電流拡散層を設けた本発明の透光性正極は、正極の面方向での電流の拡がりが改良され、その結果、順方向電圧(V<sub>F</sub>値)が低く、かつ正極全面で均一に発光する高輝度発光素子の製造が可能となった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1は、本発明の透光性正極を有する発光素子の断面を示した模式図である。11がコンタクトメタル層、12が電流拡散層、13がボンディングパッド層であり、11～13

が本発明の透光性正極 1 0 を構成している。1 は基板である。2 は G a N 系化合物半導体層であり、n 型半導体層 3、発光層 4 および p 型半導体層 5 から構成される。6 はバッファ層であり、2 0 は負極である。

#### 【0 0 2 1】

コンタクトメタル層に要求される性能としては、p 層との接触抵抗が小さいことは必須である。さらに、発光層からの光を電極面側より取り出すフェイスアップマウント型の発光素子にあっては優れた光透過性が要求される。

#### 【0 0 2 2】

コンタクトメタル層の材料は p 層との接触抵抗の観点から、白金 (P t)、ルテニウム (R u)、オスミウム (O s)、ロジウム (R h)、イリジウム (I r)、パラジウム (P d) 等の白金族金属またはそれらを含む合金が好ましい。これらの中でも P t は、仕事関数が高く、高温熱処理を施していない比較的高抵抗な p 型 G a N 系化合物半導体層に対して非加熱で良好なオーミック接触を得ることが可能なので、特に好ましい。

#### 【0 0 2 3】

コンタクトメタル層を白金族金属またはそれらを含む合金で構成した場合、光透過性の観点から、その厚さを非常に薄くすることが必要である。コンタクトメタル層の厚さは、0. 1 ~ 7. 5 nm の範囲が好ましい。0. 1 nm 未満では安定した薄層が得られ難い。7. 5 nm を超えると透光性が低下する。0. 1 ~ 5 nm がさらに好ましい。また、その後の電流拡散層の積層による透光性の低下と成膜の安定性を考慮すると、0. 5 ~ 2. 5 nm の範囲が特に好ましい。

#### 【0 0 2 4】

ただし、コンタクトメタル層の厚さを薄くすると、コンタクトメタル層の面方向の電気抵抗が高くなり、かつ比較的高抵抗な p 層とあいまって電流注入部であるパッド層の周辺部しか電流が拡がらず、結果として不均一な発光パターンとなり、発光出力が低下する場合がある。

#### 【0 0 2 5】

そこで、コンタクトメタル層の電流拡散性を補う手段として高光透過率でコンタクトメタル層よりも高導電性の金属薄膜からなる電流拡散層をコンタクトメタル層上に配置することにより、白金族金属の低接触抵抗性や光透過率を大きく損なうことなく電流を均一に広げることが可能となり、結果として発光出力の高い発光素子を得ることが出来る。

#### 【0 0 2 6】

電流拡散層の材料は、導電率の高い金属、例えば金、銀および銅からなる群から選ばれた金属または少なくともそれらの一種を含む合金が好ましい。中でも金は、薄膜とした時の光透過率が高いことから最も好ましい。

#### 【0 0 2 7】

電流拡散層の厚さは、1 ~ 2 0 nm が好ましい。1 nm 未満では電流拡散効果が十分発揮されない。2 0 nm を超えると、電流拡散層の光透過性の低下が著しく発光出力の低下が危惧される。1 ~ 1 0 nm がさらに好ましい。さらに厚さを 3 ~ 6 nm の範囲とすることで電流拡散層の光透過性と電流拡散の効果のバランスが最も良くなり、上記のコンタクトメタル層と合わせることで正極上の全面で均一に発光し、かつ高出力な発光が得られる。

#### 【0 0 2 8】

コンタクトメタル層および電流拡散層の成膜方法については、特に制限されることはなく公知の真空蒸着法やスパッタ法を用いることができる。このような方法で作製した正極は、コンタクトメタル層と電流拡散層および／または p 型半導体層との界面で構成元素が相互に拡散し、合金状となっていてよい。また、各層の膜厚は面内で不均一であってもよく、± 2 0 % 程度のばらつきがあっても効果にはほとんど影響しない。

#### 【0 0 2 9】

ボンディングパッド部を構成するボンディングパッド層については、各種の材料を用いた各種の構造のものが知られており、これら公知のものを特に制限されることなく用いる



ことが出来る。但し、電流拡散層との密着性の良い材料を用いることが望ましく、厚さはボンディング時の応力に対してコンタクトメタル層あるいは電流拡散層へダメージを与えないよう十分厚くする必要がある。また最表層はボンディングボールとの密着性の良い材料とすることが望ましい。

#### 【0030】

本発明の透光性正極は、図1に示したような、基板上にバッファ層を介して窒化ガリウム系化合物半導体を積層し、n型半導体層、発光層およびp型半導体層を形成した従来公知の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に何ら制限無く用いることができる。

#### 【0031】

基板には、サファイア単結晶 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; A面、C面、M面、R面)、スピネル単結晶 ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ )、 $\text{ZnO}$ 単結晶、 $\text{LiAlO}_2$ 単結晶、 $\text{LiGaO}_2$ 単結晶、 $\text{MgO}$ 単結晶などの酸化物単結晶、 $\text{Si}$ 単結晶、 $\text{SiC}$ 単結晶、 $\text{GaAs}$ 単結晶、 $\text{AlN}$ 単結晶、 $\text{GaN}$ 単結晶および $\text{ZrB}_2$ などのホウ化物単結晶などの公知の基板材料を何ら制限なく用いることができる。なお、基板の面方位は特に限定されない。また、ジャスト基板でも良いしオフ角を付与した基板であっても良い。

#### 【0032】

n型半導体層、発光層およびp型半導体層は各種構造のものが周知であり、これら周知のものを何ら制限なく用いることができる。特にp型半導体層のキャリア濃度は一般的な濃度のものを用いるが、比較的キャリア濃度の低い、例えば $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度のp型半導体層にも本発明の透光性正極は適用できる。

#### 【0033】

それらを構成する窒化ガリウム系化合物半導体としても、一般式 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ,  $0 \leq x + y < 1$ ) で表わされる各種組成の半導体が周知であり、本発明におけるn型半導体層、発光層およびp型半導体層を構成する窒化ガリウム系化合物半導体としても、一般式 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ,  $0 \leq x + y < 1$ ) で表わされる各種組成の半導体を何ら制限なく用いることができる。

#### 【0034】

これらの窒化ガリウム系化合物半導体の成長方法は特に限定されず、MOCVD (有機金属化学気相成長法)、HVPE (ハイドライド気相成長法)、MBE (分子線エピタキシー法)、などIII族窒化物半導体を成長させることが知られている全ての方法を適用できる。好ましい成長方法としては、膜厚制御性、量産性の観点からMOCVD法である。MOCVD法では、キャリアガスとして水素 ( $\text{H}_2$ ) または窒素 ( $\text{N}_2$ )、III族原料であるGa源としてトリメチルガリウム (TMG) またはトリエチルガリウム (TEG)、Al源としてトリメチルアルミニウム (TMA) またはトリエチルアルミニウム (TEA)、In源としてトリメチルインジウム (TMI) またはトリエチルインジウム (TEI)、V族原料であるN源としてアンモニア ( $\text{NH}_3$ )、ヒドラジン ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) などが用いられる。また、ドーパントとしては、n型にはSi原料としてモノシラン ( $\text{SiH}_4$ ) またはジシラン ( $\text{Si}_2\text{H}_6$ ) を、Ge原料としてゲルマン ( $\text{GeH}_4$ ) を用い、p型にはMg原料としては例えばビスシクロペンタジエニルマグネシウム ( $(\text{Cp}_2\text{Mg})$ ) またはビスエチルシクロペンタジエニルマグネシウム ( $(\text{EtCp})_2\text{Mg}$ ) を用いる。

#### 【0035】

基板上にn型半導体層、発光層およびp型半導体層が順次積層された窒化ガリウム系化合物半導体のn型半導体層に接して負極を形成するために、発光層およびp型半導体層の一部を除去して、n型半導体層を露出させる。その後残したp型半導体層上に本発明の透光性正極を形成し、露出させたn型半導体層上に負極を形成する。負極としては、各種組成および構造の負極が周知であり、これら周知の負極を何ら制限無く用いることができる。

。

#### 【実施例】

#### 【0036】

次に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例にのみ

限定されるものではない。

### 【0037】

(実施例1)

図2は本実施例で作製した窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面を示した模式図であり、図3はその平面を示した模式図である。サファイアからなる基板(1)上に、AlNからなるバッファ層(6)を介して、厚さ $3\mu\text{m}$ のアンダーGaNからなる下地層(3a)、厚さ $2\mu\text{m}$ のSiドープn型GaNコンタクト層(3b)、厚さ $0.03\mu\text{m}$ のn型 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ クラッド層(3c)、厚さ $0.03\mu\text{m}$ のSiドープGaN障壁層および厚さ $2.5\text{nm}$ の $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 井戸層を5回積層し、最後に障壁層を設けた多重量子井戸構造の発光層(4)、厚さ $0.05\mu\text{m}$ のMgドープp型 $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$ クラッド層(5a)、厚さ $0.15\mu\text{m}$ のMgドープp型GaNコンタクト層(5b)を順に積層した窒化ガリウム系化合物半導体のp型GaNコンタクト層上に、厚さ $1.5\text{nm}$ のPtコンタクトメタル層(11)、厚さ $5\text{nm}$ のAu電流拡散層(12)およびAu/Ti/Al/Ti/Au5層構造(厚さはそれぞれ $50/20/10/100/200\text{nm}$ )のボンディングパッド層(13)よりなる本発明の正極(10)を形成した。次にn型GaNコンタクト層上にTi/Auの二層構造の負極(20)を形成し、光取り出し面を半導体側とした発光素子である。正極および負極の形状は図3に示したとおりである。

### 【0038】

この構造において、n型GaNコンタクト層のキャリア濃度は $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ であり、GaN障壁層のSiドープ量は $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ であり、p型GaNコンタクト層のキャリア濃度は $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ であり、p型AlGaNクラッド層のMgドープ量は $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ であった。

### 【0039】

窒化ガリウム系化合物半導体層の積層(図2の3~6)は、MOCVD法により、当該技術分野においてよく知られた通常条件で行なった。また、正極および負極は次の手順で形成した。

### 【0040】

初めに反応性イオンエッチング法によって負極を形成する部分のn型GaNコンタクト層を下記手順により露出させた。

### 【0041】

まず、エッチングマスクをp型半導体層上に形成した。形成手順は以下の通りである。レジストを全面に様に塗布した後、公知のリソグラフィ技術を用いて、正極領域からレジストを除去した。真空蒸着装置内にセットして、圧力 $4 \times 10^{-4} \text{Pa}$ 以下でNiおよびTiをエレクトロンビーム法により膜厚がそれぞれ約 $50\text{nm}$ および $300\text{nm}$ となるように積層した。その後リフトオフ技術により、正極領域以外の金属膜をレジストとともに除去した。

### 【0042】

次いで、反応性イオンエッチング装置のエッチング室内の電極上に半導体積層基板を載置し、エッチング室を $10^{-4} \text{Pa}$ に減圧した後、エッチングガスとして $\text{Cl}_2$ を供給してn型GaNコンタクト層が露出するまでエッチングした。エッチング後、反応性イオンエッチング装置より取り出し、上記エッチングマスクを硝酸およびフッ酸により除去した。

### 【0043】

次に、公知のフォトリソグラフィ技術及びリフトオフ技術を用いて、p型GaNコンタクト層上の正極を形成する領域にのみ、Ptからなるコンタクトメタル層、Auからなる電流拡散層を形成した。コンタクトメタル層、電流拡散層の形成では、まず、窒化ガリウム系化合物半導体層を積層した基板を真空蒸着装置内に入れ、p型GaNコンタクト層上に初めにPtを $1.5\text{nm}$ 、次にAuを $5\text{nm}$ 積層した。引き続き真空室から取り出した後、通常リフトオフと呼ばれる周知の手順に則って処理し、さらに同様な手法で電流拡散層上の一部にAuからなる第1の層、Tiからなる第2の層、Alからなる第3の層、

Ti からなる第4の層、Au からなる第5の層を順に積層し、ボンディングパッド層を形成した。このようにして p 型 GaN コンタクト層上に、本発明の正極を形成した。

#### 【0044】

この方法で形成した正極は透光性を示し、470 nm の波長領域で 60 % の光透過率を有していた。なお、光透過率は、上記と同じ厚さのコンタクトメタル層および電流拡散層をガラス板上に積層した光透過率測定用のサンプルを用いて、分光光度計により測定した。なお、光透過率の値はガラス板だけで測定したブランクを考慮して算出した。

#### 【0045】

次に、露出した n 型 GaN コンタクト層上に負極を以下の手順により形成した。レジストを全面に一樣に塗布した後、公知リソグラフィ技術を用いて、露出した n 型 GaN コンタクト層上の負極形成部分からレジストを除去して、通常用いられる真空蒸着法で半導体側から順に Ti が 100 nm、Au が 200 nm よりなる負極を形成した。その後レジストを公知の方法で除去した。

#### 【0046】

このようにして正極および負極を形成したウエーハを、基板裏面を研削・研磨することにより 80  $\mu$ m まで基板の板厚を薄くして、レーザスクライバを用いて半導体積層側から罫書き線を入れたあと、押し割って、350  $\mu$ m 角のチップに切断した。続いてこれらのチップをプローブ針による通電で電流印加値 20 mA における順方向電圧の測定をしたところ 2.9 V であった。

#### 【0047】

その後、TO-18 缶パッケージに実装してテスターによって発光出力を計測したところ印加電流 20 mA における発光出力は 4 mW を示した。またその発光面の発光分布は正極上の全面で発光しているのが確認できた。

#### 【0048】

##### (比較例 1)

電流拡散層を設けないこと以外は、実施例 1 と同様に窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を作製した。この発光素子を実施例 1 と同様に評価したところ、順方向電圧及び発光出力はそれぞれ 3.1 V 及び 3.7 mW であった。その発光面を観察すると正極上の発光がボンディングパッド層周辺およびボンディングパッド層から負極に通ずる線上を中心とした部分にのみ限定されていた。

#### 【0049】

この原因としてはコンタクトメタル層の面方向の電気抵抗が高くコンタクトメタル層上に電流が広がらなかった為であろう。

#### 【0050】

##### (比較例 2)

電流拡散層を設けずに、コンタクトメタル層の厚さを 12 nm としたこと以外は、実施例 1 と同様に窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を作製した。この発光素子を実施例 1 と同様に評価したところ、順方向電圧及び発光出力はそれぞれ 2.9 V 及び 3.0 mW であった。その発光面を観察すると実施例 1 と同様に全面で発光が確認されたが、コンタクトメタル層の光透過率が約 30 % と低下しており、結果として発光出力が低下した。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0051】

本発明によって提供される窒化ガリウム系化合物半導体発光素子用電極は、透光型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の正極として有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

【図 1】 本発明の透光性正極を有する発光素子の断面を示した模式図である。

【図 2】 実施例 1 で作製した本発明の透光性正極を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面を示した模式図。

【図 3】 実施例 1 で作製した本発明の透光性正極を有する窒化ガリウム系化合物半導

体発光素子の平面を示した模式図。

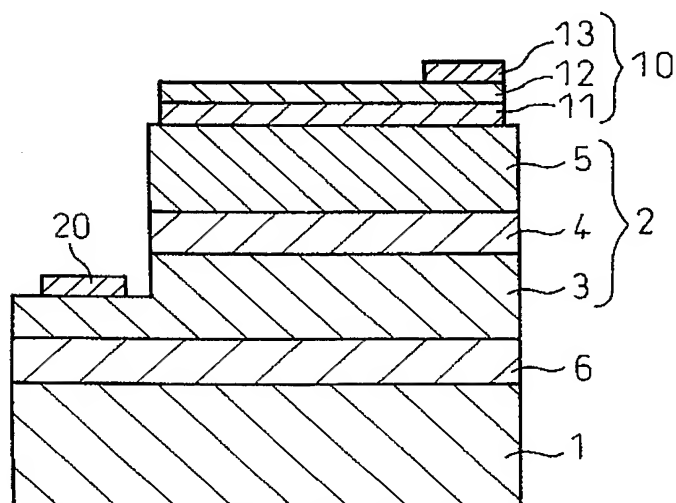
【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

- 1 …基板
- 2 …G a N系化合物半導体層
- 3 …n 型半導体層
- 4 …発光層
- 5 …p 型半導体層
- 6 …バッファ層
- 1 0 …正極
- 1 1 …コンタクトメタル層
- 1 2 …電流拡散層
- 1 3 …ボンディングパッド層
- 2 0 …負極

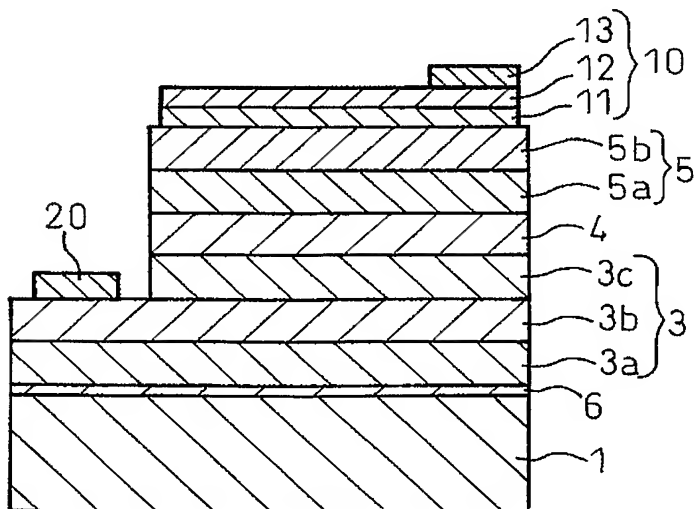
【書類名】 図面  
【図 1】

図 1



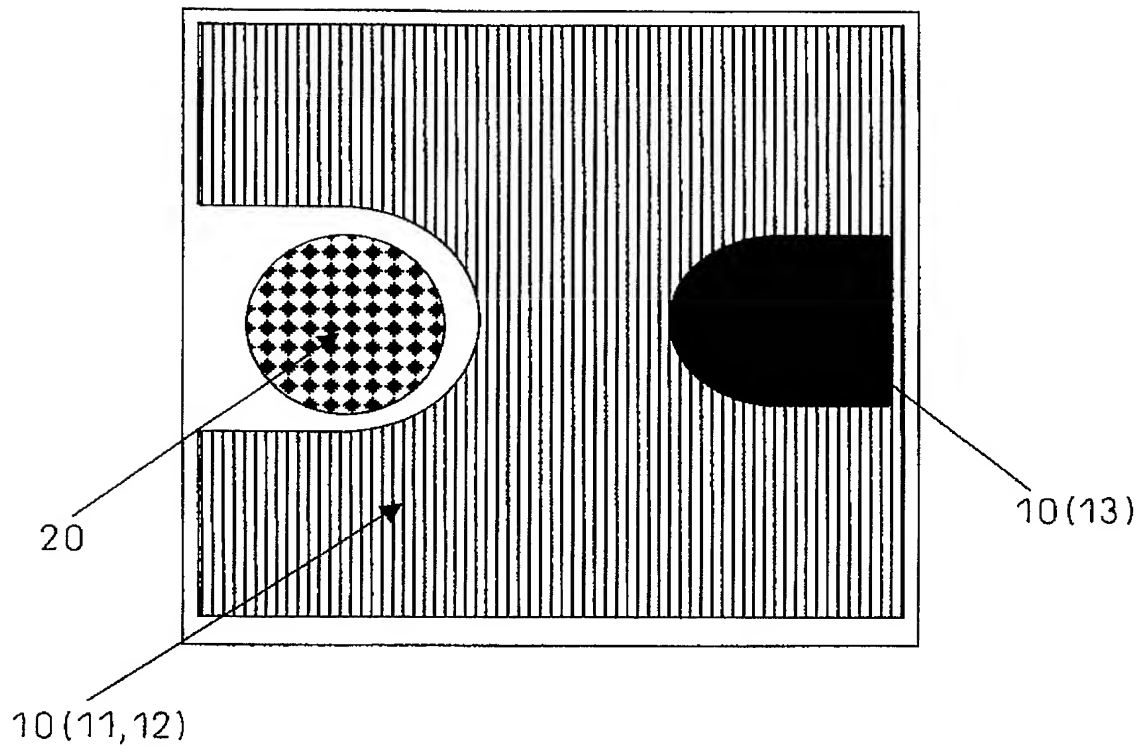
【図 2】

図 2



【図 3】

図 3



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子線照射や高温アニールまたは酸素雰囲気下での合金化熱処理等を必要とせず、かつ良好な透光性と低接触抵抗を有する電流拡散性に優れた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子用の透光性正極を提供すること。

【解決手段】 p 型半導体層に接するコンタクトメタル層、該コンタクトメタル層上のコンタクトメタル層よりも導電率の大きい電流拡散層および該電流拡散層上のボンディングパッド層からなることを特徴とする透光性正極。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 1 3 4 6 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 0 0 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝大門 1 丁目 1 3 番 9 号

氏 名

昭和電工株式会社